

Université de Technologie de Compiègne

Printemps 2005

AV02 : Réalisation Audiovisuelle

RC CAR ADVANCE

Réalisation d'un jeu vidéo pour
Game Boy Advance

Nicolas GADENNE
Mathieu VASSELLE

Sous la direction de :

Nicolas ESPOSITO
Bruno BACHIMONT

Énoncé du sujet

Étude et développement d'un jeu vidéo sur une console portable

Développer un jeu vidéo sur une console portable en prenant en compte les contraintes du support.

Résumé du rapport

Ce rapport présente la réalisation d'un jeu vidéo, de la conception jusqu'au résultat final. Le jeu développé, nommé RC Car Advance, est un jeu de course de voitures télécommandées (en vue de dessus) pour la console portable GBA.

La première partie du rapport présente le résultat final du projet. La seconde partie détaille les différentes étapes de la réalisation : la conception, le développement et les tests. En annexe sont présents les documents produits au fur et à mesure du projet : le document de proposition, l'étude de la concurrence, l'étude technique et le rapport de tests.

Table des matières

INTRODUCTION.....	4
I. TRAVAIL REALISE : PRESENTATION DU JEU RC CAR ADVANCE.....	5
1. Présentation générale.....	5
2. Menus communs.....	5
3. Mode course simple.....	7
4. Mode carrière.....	8
5. Course en général.....	9
6. Pilotage (physique / collisions).....	11
7. Circuits.....	12
8. Armement et items.....	13
9. HUD.....	15
10. IA.....	15
II. DEROULEMENT DE LA REALISATION.....	17
1. Phase préliminaire.....	17
2. Phase de conception (4 semaines).....	18
3. Phase de développement (4 semaines).....	22
4. Phase de test (2 semaines).....	28
5. Bilan du projet, préparation de la soutenance et du rapport (1 semaine).....	29
CONCLUSION.....	31
 ANNEXE A. PROPOSITION.....	 33
I. PREAMBULE.....	34
II. INTRODUCTION.....	34
III. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES.....	34
IV. CARACTERISTIQUES ETENDUES.....	36
V. MAQUETTE GRAPHIQUE (TROIS ETAPES OU PLUS).....	38
 ANNEXE B. CONCURRENCE.....	 40
I. AVANT-PROPOS.....	41
II. ANALYSE.....	41
III. CONCLUSION.....	45
 ANNEXE C. ETUDE TECHNIQUE.....	 47
I. AVANT-PROPOS.....	48
II. CONTRAINTES.....	48
III. CODE REUTILISABLE.....	48
IV. ARCHITECTURE DE DEVELOPPEMENT.....	49
V. TECHNOLOGIES.....	49
VI. CONCLUSION.....	50
 ANNEXE D. TESTS.....	 51
I. INTRODUCTION.....	52
II. DESCRIPTION DES TESTS.....	52
III. RESULTATS DES TESTS.....	54
IV. PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS.....	56
V. DEVELOPPEMENT D'UNE VERSION BETA 3.0.....	56
VI. ANNEXE : QUESTIONNAIRE D'APRES TEST.....	57

INTRODUCTION

La première partie du rapport présente le résultat final du travail, c'est-à-dire toutes les fonctionnalités du jeu RC Car Advance. Elle présente de nombreuses images du jeu, et peut également faire office de mode d'emploi pour le joueur perdu dans les fonctionnalités du jeu, bien que le jeu ait été conçu pour être assez intuitif pour ne pas avoir besoin de lire une notice.

La seconde partie du rapport se concentre sur le déroulement du développement. Nous y expliquons les différentes étapes de la création du jeu, les problèmes rencontrés, ainsi que les justifications des choix effectués. Étant donnée la quantité très importante d'éléments et de ressources créées pour ce projet, nous y présenterons seulement certains aspects précis, dans le but de donner des exemples concrets du processus de développement. Cette partie peut également intéresser des personnes souhaitant développer sur GBA. Nous y donnons d'ailleurs différents conseils et astuces qui pourraient leur faire gagner du temps.

I. TRAVAIL REALISE : PRESENTATION DU JEU RC CAR ADVANCE

Dans cette première partie du rapport, nous allons présenter le résultat final de notre projet : le jeu RC Car Advance, avec toutes ses fonctionnalités.

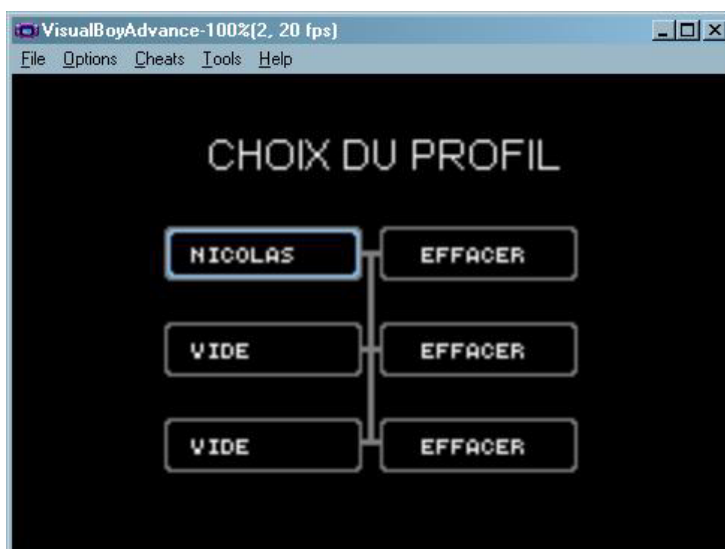
1. Présentation générale

Ce jeu est développé pour le support Game Boy Advance. Il est cependant possible d'y jouer sur un émulateur GBA. Parmi ceux-ci, Visual Boy Advance et Boycott Advance Online ont été testés et le jeu fonctionne correctement sur ces supports.



2. Menus communs

Cette partie présente les différents menus du jeu, communs aux différents modes de jeu.



Ce premier menu apparaît quand on allume la GBA. Il permet de récupérer des parties sauvegardées automatiquement. Le joueur a le choix entre trois emplacements de sauvegarde, ou profils.

Les sauvegardes permettent de conserver le classement du joueur,

ainsi que les caractéristiques de sa voiture (cf. mode carrière).

Si dans le menu précédent, le joueur a sélectionné un profil marqué « vide », ou s'il a effacé un ancien profil, il arrive ensuite dans cet écran de menu.

Il peut entrer son nom, lettre par lettre (la GBA n'ayant pas de clavier). Ce nom sera ensuite sauvegardé et apparaîtra dans le menu précédemment décrit.



Cet écran représente le menu principal. Le joueur peut lancer au choix l'un des deux modes de jeu, ou accéder à l'écran d'aide.

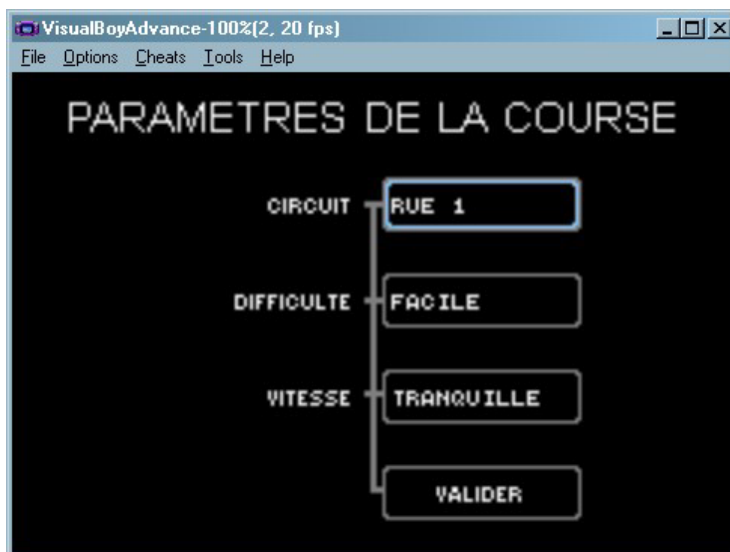
Cet écran d'aide explique les différentes commandes du jeu.





Ce menu apparaît à la fin des courses. Il indique les places des quatre concurrents, ainsi que leur temps de course. Dans cet exemple, le joueur, « Nicolas », est arrivé 3^{ème}, avec un temps de 57 s et 84 centièmes. Le 4^{ème} joueur, Lord V., n'a quant à lui pas terminé la course. Il a pu être détruit par les autres concurrents, ou alors il était loin derrière le joueur (le jeu n'attend pas les concurrents gérés par l'intelligence artificielle une fois que le joueur a terminé la course)

3. Mode course simple



Ce mode permet au joueur de régler les paramètres de la course selon ses désirs. Le premier choix est celui du circuit. Ensuite, le joueur peut choisir la difficulté, qui va déterminer si ses concurrents auront une voiture plutôt meilleure ou moins bonne que la sienne.

Le dernier paramètre, « vitesse », détermine la puissance de la voiture du joueur et donc également celle des voitures concurrentes. S'il choisit « tranquille », tous les concurrents auront des voitures lentes, faiblement armées. Si au contraire il choisit

« fun » ou « ultra », tous les concurrents auront des voitures très rapides, et lourdement armées.

4. Mode carrière

Le mode carrière est le mode principal du jeu. Il permet au joueur d'enchaîner des courses, en améliorant sa voiture entre chaque course grâce à l'argent gagné en fonction des résultats des courses. Tous les paramètres de ce mode (argent, classement, caractéristiques de la voiture) sont sauvegardés automatiquement, pour que le joueur puisse continuer sa partie après avoir éteint sa GBA.



Le premier menu du mode carrière apparaît soit au lancement de ce mode à partir du menu de départ, soit après l'écran des résultats, à la fin d'une course.

Sur la gauche de l'écran est présenté le classement général. On voit ici que le joueur, « Nicolas », est dernier.

En haut à droite est écrit le nom du champion actuel, ainsi que l'argent gagné par le joueur lors de sa dernière course, et l'argent total qu'il possède.

En bas à droite, le joueur a le choix entre trois courses, dans les catégories « amateurs », « confirmés » et « champions ». L'argent à gagner en cas de victoire est plus important sur une course « champions », mais les ennemis sont plus forts ; le joueur devra donc attendre d'avoir une bonne voiture pour espérer gagner cette course.

Le vainqueur de la course gagne le montant indiqué sur l'écran ; le second gagne la moitié de cette somme.

Le menu suivant permet au joueur d'améliorer les différents composants de sa voiture :

- l'armure : elle correspond à la carrosserie de la voiture télécommandée ; elle change l'apparence de la voiture à l'écran et améliore la résistance aux armes.
- le moteur : il permet d'accélérer et de rouler plus vite.
- les pneus : ils permettent d'effectuer des virages plus serrés, et de moins déraper.





- l'armement : le joueur peut acheter successivement les mines, puis les missiles (il possède la mitrailleuse dès le départ).

Sur cet exemple, on voit que le joueur a gagné 100€, et a progressé d'une place au classement général.

5. Course en général

On voit ici un exemple de départ de course. A l'écran s'affichent les feux de départ, qui passent de l'état « éteint », à « rouge », puis « vert ». Les concurrents peuvent alors partir.





On voit ici la course à un instant donné. Le joueur contrôle la voiture rouge. La piste est vue « de dessus », et la caméra ne tourne pas pour se placer « derrière » la voiture, mais reste à angle fixe.

Ce type de pilotage demande un petit temps d'adaptation mais permet ensuite d'apporter un très bon gameplay, et un pilotage très précis, principalement pour les manœuvres de dépassement, d'évitement ou d'utilisation des armes.

Le joueur doit effectuer 4 tours pour terminer la course. On voit ici un message qui le prévient qu'il entre dans le dernier tour de piste.



Ce menu apparaît si le joueur appuie sur Select ou Start. Il met en pause automatiquement la course, et permet au joueur d'abandonner la partie s'il le souhaite.

6. Pilotage (physique / collisions)

Le jeu prend en compte les collisions entre les voitures et le décor. Comme il s'agit d'un jeu d'arcade, il n'y a pas de dégâts occasionnés par ces collisions. Le joueur peut donc se cogner autant de fois qu'il veut dans les murs ; par contre il perdra beaucoup de temps puisque la voiture est ralentie à chaque collision.

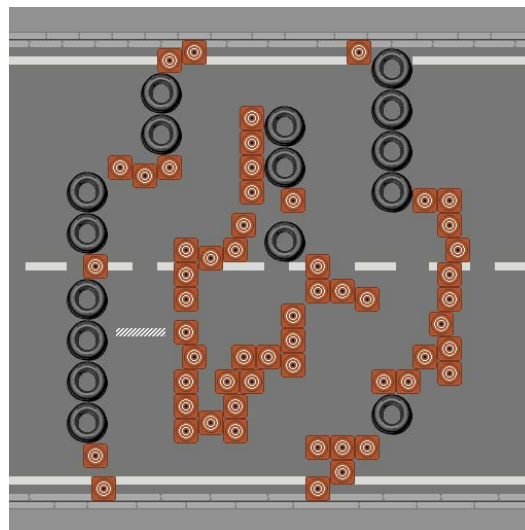
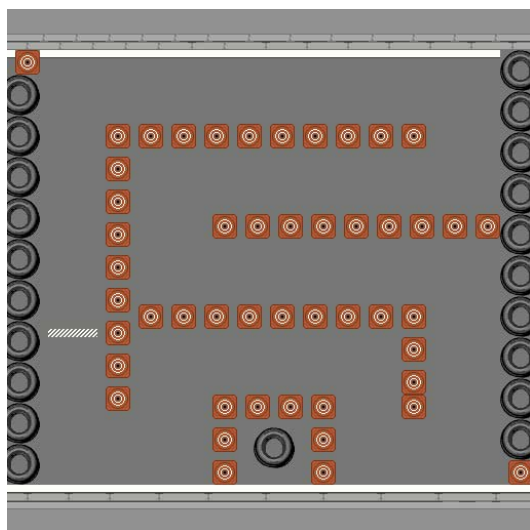
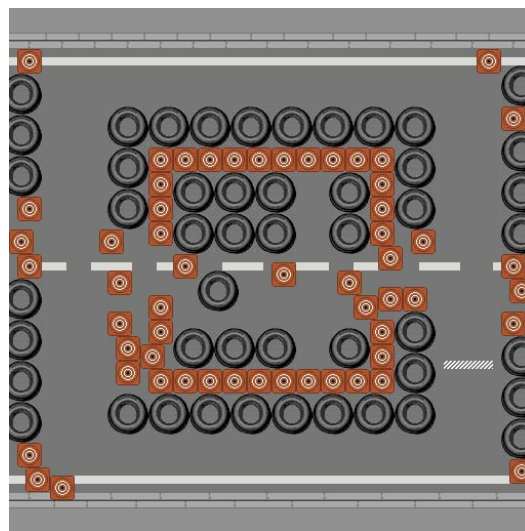
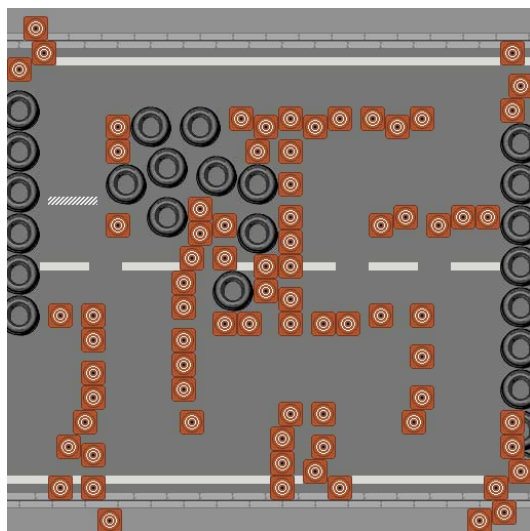
Au niveau du pilotage, les dérapages sont gérés, et sont plus ou moins importants selon les pneus et le moteur de la voiture du joueur. Ainsi, si le joueur a acheté le meilleur moteur pour mais a gardé les pneus de base, il dérapera énormément.



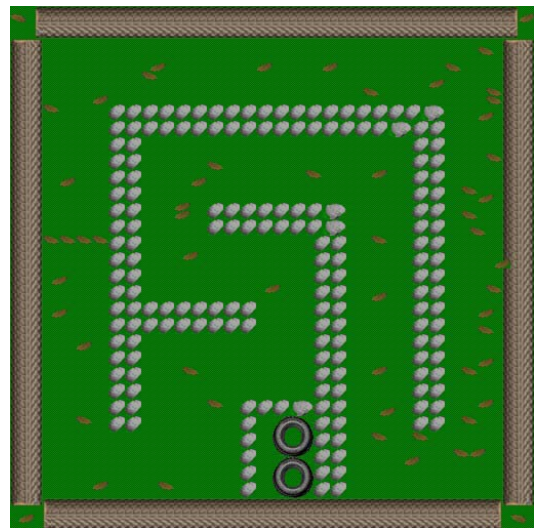
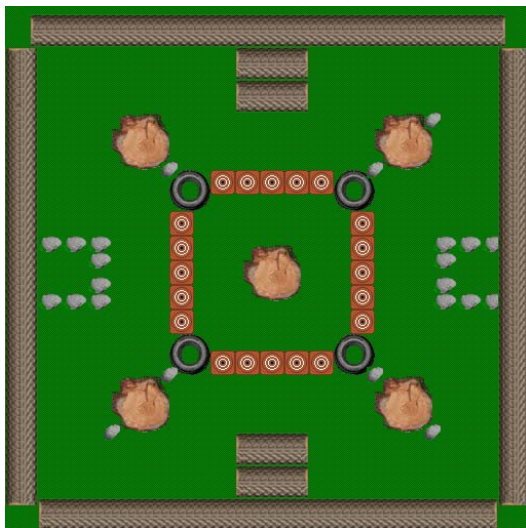
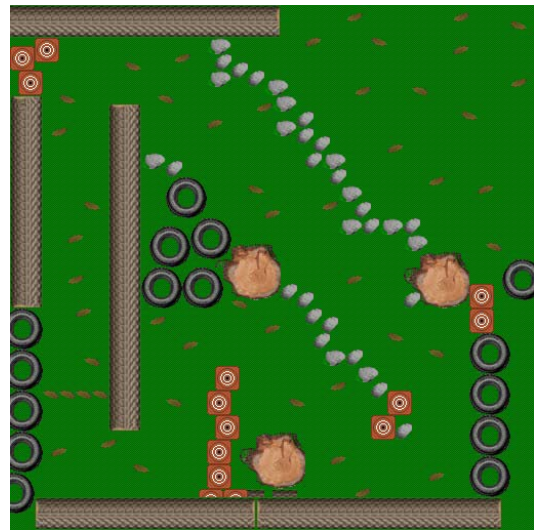
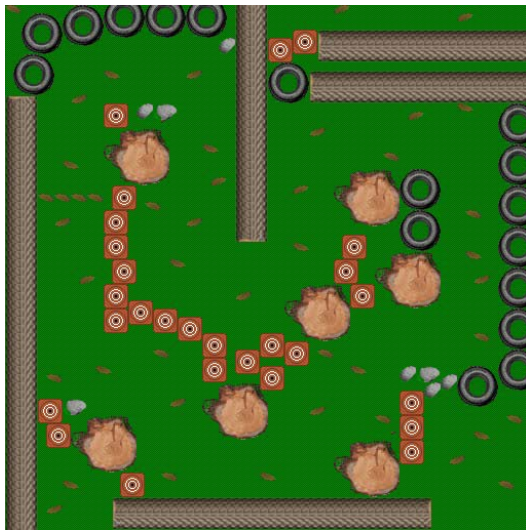
7. Circuits

Huit circuits sont accessibles pendant le jeu. En mode course simple, le joueur a le choix du circuit ; en mode carrière celui-ci est choisi aléatoirement.

Voici les plans généraux des 4 circuits dans l'univers « rue » :



Et voici les plans généraux des 4 circuits dans l'univers « forêt » :



8. Armement et items

Trois armes et quatre items sont présents dans le jeu. Si les armes de chaque concurrent sont définies avant la course (achats en mode carrière, réglage « vitesse » en mode course simple), les items sont quant à eux déposés aléatoirement sur la piste durant la course.

On voit ici une mine déposée au sol, ainsi que deux items : le « boost » qui augmente temporairement la vitesse de la voiture qui l'obtient, ainsi que l'item « soin » qui redonne des points de vie à la voiture.





On aperçoit ici, en plus de l'item « soin », l'item « munitions », qui redonne 50 munitions pour la mitrailleuse.

Sur l'image ci-dessous, la voiture rouge a tiré un missile. Celui-ci va alors se diriger automatiquement vers toute cible située devant lui. La voiture verte sera donc percutée quelques instants plus tard.



Chaque voiture possède au départ un certain nombre de points de vie dépendant de son type d'armure. Ce capital est diminué à chaque fois que la voiture est touchée par une arme. Si la voiture perd tous ses points de vie, elle explose.

Sur cette image, on voit la carcasse d'une voiture calcinée...

9. HUD

Le « HUD », ou « heads-up display », désigne tous les éléments 2D de l'interface visibles pendant la course. Le HUD est décomposable en 3 éléments :



En haut à gauche de l'écran sont représentées les informations concernant le joueur. On y voit son nom, son niveau de vie (la barre verte), l'apparence de sa voiture, sa place (entre 1^{er} et 4^{ème}), le nombre de tours effectués, l'arme actuellement sélectionnée, ainsi que les 2 armes suivantes s'il appuie sur la gâchette L (changement d'arme). Enfin, le nombre de munitions disponibles pour l'arme sélectionnée est visible.

En bas de l'écran, ces mêmes informations (hormis celles concernant les armes et le nombre de tours effectués) sont affichées pour chacun des trois autres concurrents.



Enfin, en bas à droite de l'écran est affichée une petite carte représentant la piste, ainsi que des carrés de couleur représentant chaque concurrent (le carré est de même couleur que la voiture).

10. IA

Le jeu étant jouable uniquement en solo, l'Intelligence Artificielle est un élément très important. Celle-ci possède les fonctionnalités suivantes :

- Suivi du tracé de la piste, en serrant plus ou moins dans les virages selon un critère « d'agressivité » variable selon les personnages.

- Évitement, dans la mesure du possible, des mines présentes devant la voiture. L'IA a un « temps de réaction », ce qui permet de la toucher à coup sûr si on dépose une mine quand on se trouve juste devant elle.
- Récupération des bonus placés sur la piste s'ils ne sont pas trop loin de sa trajectoire optimale.
- Utilisation appropriée des armes : tirs de mitrailleuse et de missiles si un adversaire se trouve devant elle, et largage d'une mine si un adversaire se trouve derrière elle.

II. DEROULEMENT DE LA REALISATION

Cette partie du rapport a pour objectif de présenter l'aspect « caché » du projet, c'est-à-dire sa réalisation, dans toutes ses étapes.

Nous n'allons pas nous étendre ici sur l'aspect « contenu » du jeu, mais sur la réalisation de ce contenu. Le contenu en lui-même a déjà été expliqué dans la première partie du rapport. Vous pouvez également consulter l'annexe A « Proposition » pour comprendre les objectifs, le concept et les éléments prévus pour le jeu.

1. Phase préliminaire

Ce projet a été réalisé dans le cadre de l'UV AV02. Cette UV est une UV d'« expérimentation numérique », ayant un fonctionnement proche d'une UV TX, avec plus de contraintes sur le sujet et la méthodologie.

Avant le premier entretien avec Nicolas Esposito et Bruno Bachimont, nous avons défini une proposition de thème. Ce sujet avait été rédigé sous la forme suivante :

Étude et développement d'un jeu vidéo sur une console portable

- Sujet : Développer un jeu vidéo sur une console portable en prenant en compte les contraintes du support.
- Motivations :
 - Appliquer les connaissances acquises au cours de notre cursus de génie informatique dans un projet concret et motivant.
 - Se situer dans un contexte de gestion de projet pour mener à bien le développement dans un délai limité.
 - Se constituer une première expérience dans un domaine peu enseigné à l'UTC, et pourtant majeur de l'industrie informatique mondiale.
- Etapes du projet :
 - Etude des spécificités de la console : la Game Boy Advance SP.
 - Etude des jeux vidéo existants et choix du type et des caractéristiques principales du jeu à développer.
 - Étude et choix de la technologie de développement du jeu.
 - Réalisation d'un prototype.
 - Démarche itérative de développement au travers de tests d'utilisateurs jusqu'à la finalisation du jeu.
 - Présentation orale et écrite du jeu

Ayant déjà dans l'idée de réaliser le jeu pour la plate-forme GBA, nous avons commencé à effectuer des recherches sur les spécificités de cette console : les limitations techniques, ainsi que les logiciels et les bibliothèques utilisables pour le développement.

Nous avons notamment utilisé le site suivant, qui nous a servi tout au long du développement : <http://www.aaronrogers.com/ham/>

2. Phase de conception (4 semaines)

Le projet a réellement commencé le 28 septembre, lors de la première entrevue avec Nicolas Esposito et Bruno Bachimont. Lors de cette entrevue, le sujet que nous proposons a été validé ; la méthodologie et la planification ont été établies.

a) Planification du projet

Le projet a été séparé en 3 phases principales : l'étude, la réalisation et les tests. Une réunion avec M. Bachimont et M. Esposito est prévue entre chaque phase, ainsi qu'au milieu des phases d'étude et de réalisation, afin de parvenir à des entrevues régulières toutes les deux semaines.

Voici le planning des rencontres prévues lors de cette première réunion :

- 12 octobre : bilan de la première partie de l'étude. Remise des documents de proposition et de concurrence.
- 26 octobre : bilan de la seconde partie de l'étude. Remise du document d'étude technique et présentation d'un prototype du jeu.
- 16 novembre : bilan de la première moitié de réalisation.
- 30 novembre : bilan de la seconde moitié de la réalisation
- 14 décembre : bilan des tests
- 21 décembre : soutenance

L'objectif du prototype est de montrer la faisabilité du projet, donc d'appuyer le document d'étude technique, ainsi que de mettre en avant l'originalité du concept. Au niveau technique, la méthode de création du prototype n'est pas importante, seul le résultat compte ; c'est une sorte de « brouillon », pour tester la faisabilité des différents éléments.

Nous avons donc prévu d'inclure dans le prototype un exemple de tous les éléments principaux :

- un circuit
- une voiture jouable avec un pilotage utilisant des dérapages
- une arme (mines)
- les collisions
- des adversaires gérés par une IA de base

Le paragraphe « II.2.d) » un peu plus loin détaille le déroulement de la réalisation du prototype.

b) Objectifs pour le projet

Les objectifs fixés lors de la première réunion pour les éléments de jeu sont les suivants :

- jeu solo (pas de multi-joueurs)
- 3 modes de jeu :
 - « course simple » : simple entraînement sur une piste au choix
 - « carrière » : enchaînement de plusieurs courses avec en cas de victoire une somme gagnée et une progression dans un classement général. L'argent gagné sert à améliorer sa voiture
 - « contre la montre » : course en solo, chronométrée, avec pour objectif d'obtenir les meilleurs temps des circuits.
- 12 circuits, répartis dans 3 « univers » : rue, forêt, terrain vague.
- des voitures avec des caractéristiques évolutives : résistance, apparence, vitesse, accélération, adhérence des pneus, armement
- 3 armes : la mitrailleuse, les mines et les missiles auto-guidés, ainsi que des « pics » à l'avant et/ou sur les côtés de la voiture.
- des collisions et dérapages réalistes.
- une IA correcte, qui puisse piloter sans sembler trop mécanique, et interagir intelligemment avec les autres concurrents (utilisation des armes).
- une sauvegarde du profil du joueur : nom, et éléments du mode carrière (caractéristiques de la voiture, argent, classement)
- une sonorisation simple, ainsi que des musiques pendant les courses.

Nous verrons à la fin du rapport la comparaison entre ces objectifs et ce qui a réellement été développé.

c) Documents de la phase de conception : proposition, concurrence et étude technique

Cette première phase de conception, durant un mois, a été l'occasion d'écrire trois documents : la proposition, la concurrence et l'étude technique.

- Proposition (voir annexe A)

Ce document a pour objectif de présenter le concept du jeu, son originalité et son intérêt. Il n'entre pas dans les détails, mais donne une vue d'ensemble des caractéristiques du projet. Il tend presque vers un document de marketing, dans le sens où il a pour objectif principal de montrer l'intérêt du projet.

Dans l'industrie du jeu vidéo, quand les studios doivent convaincre un éditeur de financer un projet, c'est ce type de document qui sert de base à la présentation du concept.

- Concurrence (voir annexe B)

Ce document compare notre concept avec d'autres jeux existants. Il dresse une liste des jeux proches selon différents critères (même genre, support, technique, etc.), et il en présente les avantages et les défauts, ainsi que les différences avec notre projet.

- Étude technique (voir annexe C)

Parallèlement à la réflexion sur la conception du jeu, et à la rédaction des deux documents précédents, nous avons étudié les différents aspects de la création du jeu. Ce travail a débouché sur deux éléments : le prototype, application concrète de ces études techniques, et le

document « Étude technique ». Ce document liste toutes les solutions envisageables pour les différentes problématiques techniques.

Dans le cadre d'un projet professionnel de jeu vidéo, deux autres documents, très importants, auraient été développés : le document des spécifications fonctionnelles, ou « game design », qui définit précisément tous les éléments et caractéristiques du jeu, ainsi que le document de spécification technique, comportant tous les détails techniques de l'implémentation. Dans le cadre de ce projet, il ne nous a pas été demandé de réaliser ce travail.

d) Réalisation du prototype

Le développement du prototype a demandé une très grande quantité de travail, principalement à cause des spécificités de la GBA. Nous estimons que si nous avions un prototype avec les mêmes caractéristiques pour un jeu PC, avec une librairie graphique standard comme SDL ou DirectX, le développement aurait été au moins 3 ou 4 fois plus rapide.

Nous ne rentrerons pas ici dans le détail de tous les problèmes rencontrés lors de ce développement, car la liste est longue.. A l'attention de ceux qui souhaiteraient développer pour GBA, nous avons établi une liste des origines de problèmes récurrents, ainsi que nos conseils pour les éviter ou y remédier. Comme ces problèmes ont été souvent les mêmes que dans le développement de la version réelle du jeu (et non du prototype), nous les avons regroupés dans le paragraphe III.3.b : « problèmes liés aux spécifications de la GBA »

Le prototype réalisé se présente comme ci-dessous :



Comme illustré dans la première partie du rapport, l'apparence visuelle du jeu final semble assez proche de ce prototype. Mais ce n'est qu'une impression, puisque nous estimons que seuls 2 ou 3% du travail de la réalisation finale a été récupérée de la version prototype.

En effet, la principale différence entre le développement du jeu et celui du prototype est que ce dernier a pour seul objectif de montrer un résultat brut très rapidement ; c'est en fait une sorte de brouillon. De ce fait, le code utilisé n'est pas « propre », et les fonctionnalités développées sont réduites au minimum. Ainsi, sur l'image ci-dessous, tout le HUD (l'interface 2D du jeu) est inactif, et n'est en fait qu'une simple image fixe, un essai d'interface graphique. L'IA des voitures est très basique, l'arme développée (mine) n'a pas d'animation et ne provoque pas de dégâts, etc.

Le développement du prototype a été en fait pour nous l'occasion de réaliser 3 objectifs parallèles :

- apprendre les techniques de programmations propres à la GBA (bibliothèque HAM)
- prouver la faisabilité de différents éléments importants du jeu (pistes, voitures, dérapages, armes, collisions, etc.)
- faire un premier test du design graphique (piste, HUD)

Pour ceux qui souhaiteraient développer un jeu sur GBA, nous pouvons présenter brièvement l'architecture du code du prototype.

Malgré la liberté de développement permise pour un prototype, nous avons quand même opté pour une architecture orientée objet : même pour un simple prototype, de très nombreux éléments sont à implémenter, ce qui nécessite une bonne structuration du code.

Nous avons ainsi développé les classes suivantes :

- **Track** : classe à instanciation unique. Représente le circuit.
- **SpriteObject** : cette classe représente les objets présents sur le circuit, et prend donc en compte le scrolling. Les classes Car et Mine héritent de cette classe
 - **Car** : représente une voiture. Gère les collisions, la physique de pilotage, etc.
 - **Mine** : représente l'arme mine.
- **AI** : une instance par voiture gérée par la GBA. Prend en compte la position de la voiture et provoque un « appui virtuel des touches clavier » dans le but d'avancer dans le tracé du circuit

Ces classes possèdent des méthodes Display() et Update() (sauf pour Track) qui sont exécutées dans la boucle principale du programme, présente dans la fonction main(). Cette fonction prend également en compte les entrées de l'utilisateur, le scrolling et l'affichage du HUD.

Nous avons également implémenté la lecture d'une musique dans le prototype, bien que celle-ci provoque un plantage au bout d'un certain moment (problème sans doute lié à un problème de mémoire).

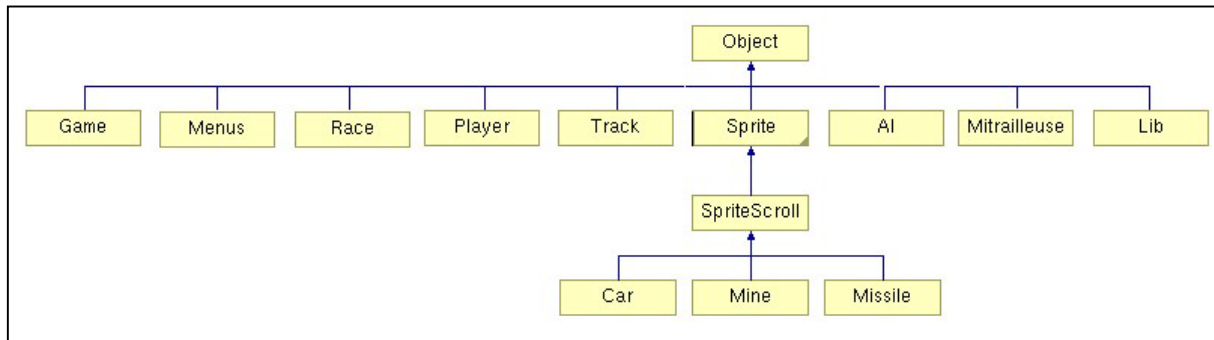
Lors de la réunion de fin de conception, nous avons donc présenté ce prototype. Par rapport à ce que nous avions prévu, nous avons tout réalisé sauf l'implémentation des collisions mines/voiture et des dérapages. Nous avons réalisé ces éléments de façon basique dans les jours qui ont suivi la réunion.

3. Phase de développement (4 semaines)

a) Architecture de l'application

Ce paragraphe n'est pas spécifique à la programmation GBA, et s'adresse à ceux qui souhaiteraient réaliser un jeu, ou une application temps réel plus générale.

La conception théorique a abouti au diagramme de hiérarchie des classes suivant :



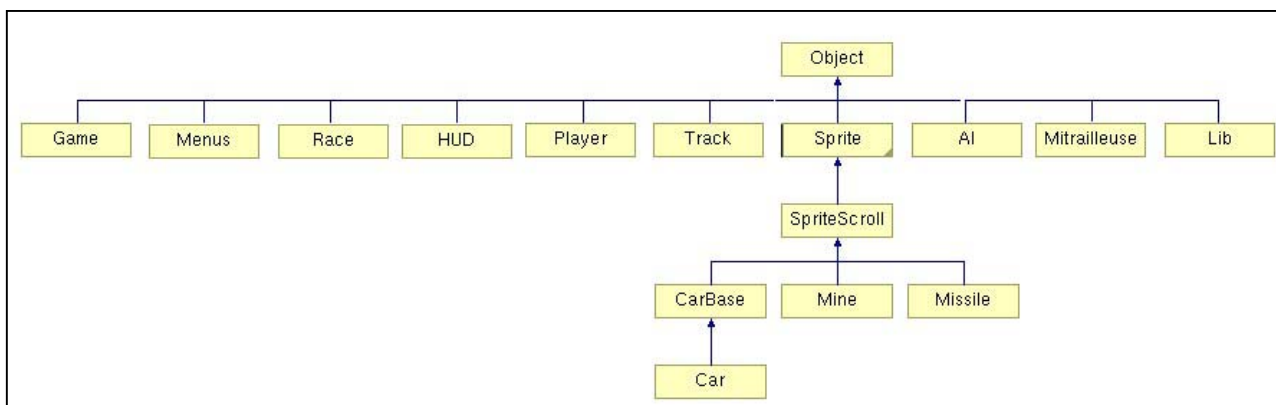
Les classes Game, Menus, Race, et Track sont des classes à instantiation unique (singletons) qui ont pour objectif de gérer différents aspects du jeu.

Les classes Car, Mine, et Missile représentent quant à elles différents objets dans le jeu. Elles dérivent de SpriteScroll, qui est une classe abstraite représentant les objets sur la piste, soumis au scrolling.

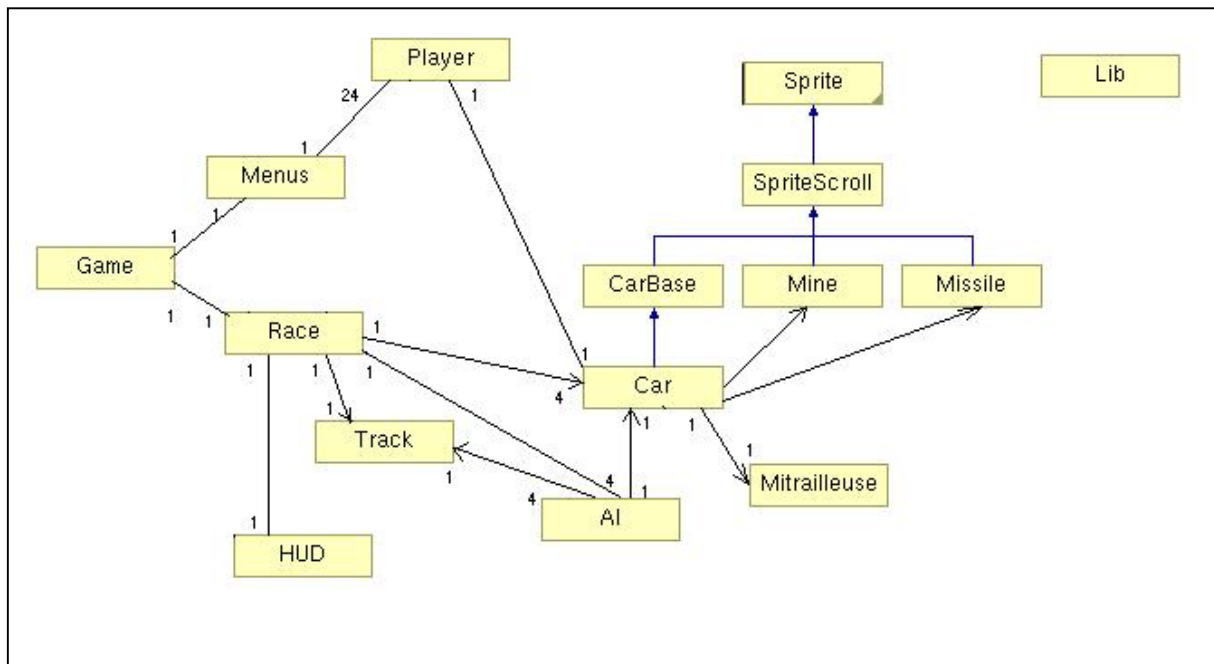
A chaque instance de Car, est associée également une instance de AI (pour les voitures pilotées par l'IA), ainsi qu'une instance de Mitrailleur. Cette dernière classe est séparée des autres armes pour deux raisons : d'abord, parce que la mitrailleuse n'est pas un objet simple (elle est constituée de 3 sprites à l'écran) et pour des raisons d'optimisation de mémoire (pour ne pas recharger de nouveau les sprites à chaque tir, étant donné la cadence rapide des tirs).

Enfin, la classe Lib regroupe des méthodes statiques diverses, par exemple pour calculer la distance entre deux points.

Cette architecture s'est révélée appropriée au fur et à mesure du développement. Néanmoins, il a été nécessaire de procéder à deux petits changements : la séparation en deux des classes Car et Race, qui devenaient trop grandes (les classes contenaient trop de méthodes et variables). Ainsi, les classes HUD (pour gérer l'affichage et la mise à jour du HUD) et CarBase (pour gérer la physique de base de la voiture) ont été rajoutées. Voici le diagramme de hiérarchie des classes final:



Le diagramme de classes simplifié est le suivant :



Le découpage en classe a été effectué pour qu'il y ait un nombre minimum de liaisons entre les classes. Ainsi, le code reste lisible, modulable et réutilisable. C'est d'ailleurs grâce à cette architecture évolutive que nous avons pu effectuer les nombreuses petites modifications après les tests (cf. partie III.4.).

b) Problèmes liés aux spécificités techniques de la GBA

De très nombreux problèmes sont apparus tout au long de l'implémentation du logiciel. Ceux-ci étaient presque tous dus aux spécificités de la GBA, et non à des problèmes de C++ ou de programmation en général. En effet, nous connaissions suffisamment le langage C++ pour programmer, mais nous n'avions pas l'expérience de l'utilisation d'un tel matériel et de ses contraintes associés. Quoi qu'il en soit, ces problèmes et leur résolution ont été très formatifs, et constituent une expérience très utile pour l'avenir.

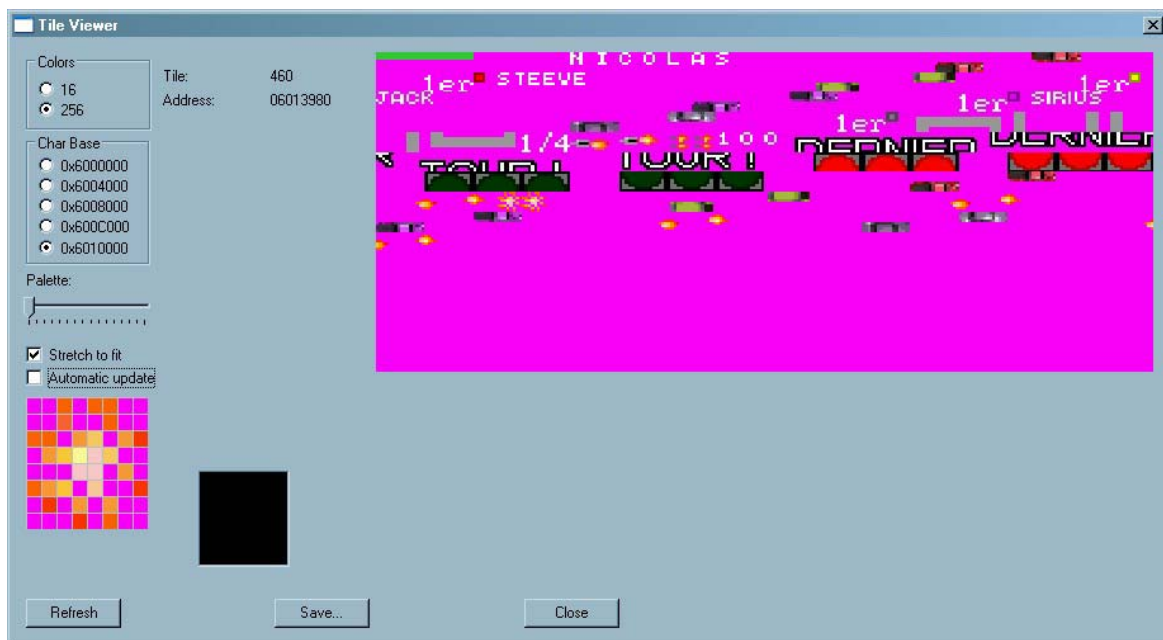
A l'attention de ceux qui souhaiteraient développer pour GBA, nous listons ici quelques thèmes récurrents de problèmes. Toutefois, une mise en garde : ce paragraphe contient beaucoup de techniques propres à la programmation et n'est donc pas accessible à tout public.

- Le manque de mémoire de la GBA (en dehors de la mémoire graphique)

- Il faut au maximum éviter les allocations dynamiques de type « new ». Nous les avons conservées seulement pour les objets ayant absolument besoin de méthodes virtuelles, c'est-à-dire ici les objets « sprite », les objets contenant un « Object » de la librairie HAM : voitures, éléments du HUD, armes, etc. Nous avons par contre utilisé une définition globale pour les classes à instance unique (*singletons*) pour la gestion du moteur du jeu (moteur global, menus, course, HUD, IA, etc).

- Le manque de mémoire graphique :

- Il y en fait différentes limitations, qu'il faut toutes prendre en compte indépendamment :
- D'abord la limitation à 256 couleurs, mais ce problème est heureusement détecté en amont par le programme *gfx2gba*. Il faut utiliser une palette commune à tous les objets, et les compiler avec *gfx2gba* en une fois pour que celui-ci crée une palette commune à tous les objets. On procède de même avec les backgrounds.
- La limitation du nombre de tiles, elle, est beaucoup plus difficile à détecter. Cette limitation est dépendante de la taille des objets, donc la meilleure manière de savoir si la limite va être atteinte est d'utiliser la fonction « tools / tiles viewer » de l'émulateur Visual Boy Advance, qui permet de voir en direct l'utilisation de la mémoire des tiles (voir image ci-dessous). Il est également conseillé d'utiliser la fonction « ham_CloneObj » au lieu d'un objet classique pour les objets répétés plusieurs fois, afin d'économiser de la mémoire.



- La limitation de la taille des backgrounds : nous conseillons d'utiliser des backgrounds de type « non rotatifs », donc limités à 512*512, car l'utilisation de backgrounds de rotation augmente fortement le nombre de tiles utilisés (à cause d'une astuce de mémoire non valable dans ce cas).

- Le son

- Nous n'avons ici pas de conseils, puisque nous n'avons pas réussi à résoudre nos problèmes... Nous avons essayé deux librairies : DirectSound, la librairie de son de base de HAM, et Krawall, la librairie recommandée par HAM. Aucune de ces librairies n'a donné un résultat correct (grésillement très fort pour la première, et plantages pour la seconde).

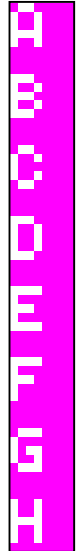
- Les défauts de Visual HAM Editor

- Nous avons utilisé l'IDE Visual HAM, fourni avec la librairie. Si celui-ci semble à première vue assez avancé et possède de nombreuses fonctions, on se rend compte avec le temps qu'il est tout de même beaucoup moins pratique qu'un

logiciel de référence comme Visual C++. Il serait donc préférable d'utiliser Visual C++ en le configurant pour utiliser la librairie HAM (ce qui ne doit pas être facile à faire, mais qui doit en valoir l'effort), par exemple pour pouvoir profiter de l'explorateur de classes, ou de la complétion automatique de syntaxe.

- Affichage de textes

- Il existe une fonction HAM pour l'affichage de texte, `ham_drawtext()`, mais celle-ci n'est destinée qu'au débogage ; elle est très lente et provoque des bugs graphiques. Il nous a donc fallu réaliser nous mêmes notre système d'affichage de texte. Pour cela, on crée d'abord un fichier image contenant l'alphabet (voir une portion ci-contre), puis on transforme le texte à afficher en une série d'images (sprites) que l'on charge avec la bonne portion de notre fichier d'alphabet. Ce système est assez complexe à mettre en œuvre, mais il n'existe pas d'autres alternatives.
- Pour éviter d'utiliser trop de sprites (on ne peut pas en afficher plus de 128), ce système n'est à utiliser qu'en cas de force majeure, c'est-à-dire quand le texte est complètement dynamique (nom du joueur, argent, etc.). Pour les autres textes fixes, une seule image est utilisée, comme les noms des joueurs qui sont regroupés dans une autre image.



c) Mise en place de la physique du pilotage

Dans le prototype, nous avons inclus des dérapages, qui étaient en fait assez peu naturels et peu agréables à jouer. Ce système était basé sur un « déclenchement » d'un dérapage quand on tournait trop, qui rajoutait un vecteur de déplacement constant dans l'équation du mouvement. Ce principe n'imitait pas des lois physiques, mais n'était qu'une tentative de modélisation incertaine des dérapages, qui ne s'est pas avérée réellement concluante.

Pour le développement du jeu, nous avons donc effectué des recherches pour trouver comment les dérapages sont modélisés dans les jeux vidéo. Les exemples que nous avons trouvés modélisaient un système physique complet et bien trop complexe pour notre projet de jeu sur GBA.

Nous avons donc opté pour réaliser une modélisation simplifiée des lois physiques :

L'équation de base est en principe la 2^{ème} loi de Newton :

« Dans un référentiel Galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de la masse du solide par l'accélération de son centre d'inertie : »

Soit : $\text{masse} * \text{accélération} = \text{somme des forces}$

Nous avons 2 forces principales appliquées à notre voiture :

- la force de traction, en principe égale à : $\text{Puissance du moteur} / \text{vitesse}$ (le moteur a plus de force quand il tourne lentement)
- la force de frottement : une partie de frottement solide ($\text{Force} = - \text{coeff}$) et une partie de frottement fluide : ($\text{Force} = - \text{coeff} * \text{Vitesse}$).

Nous simplifions alors grandement les équations, en considérant :

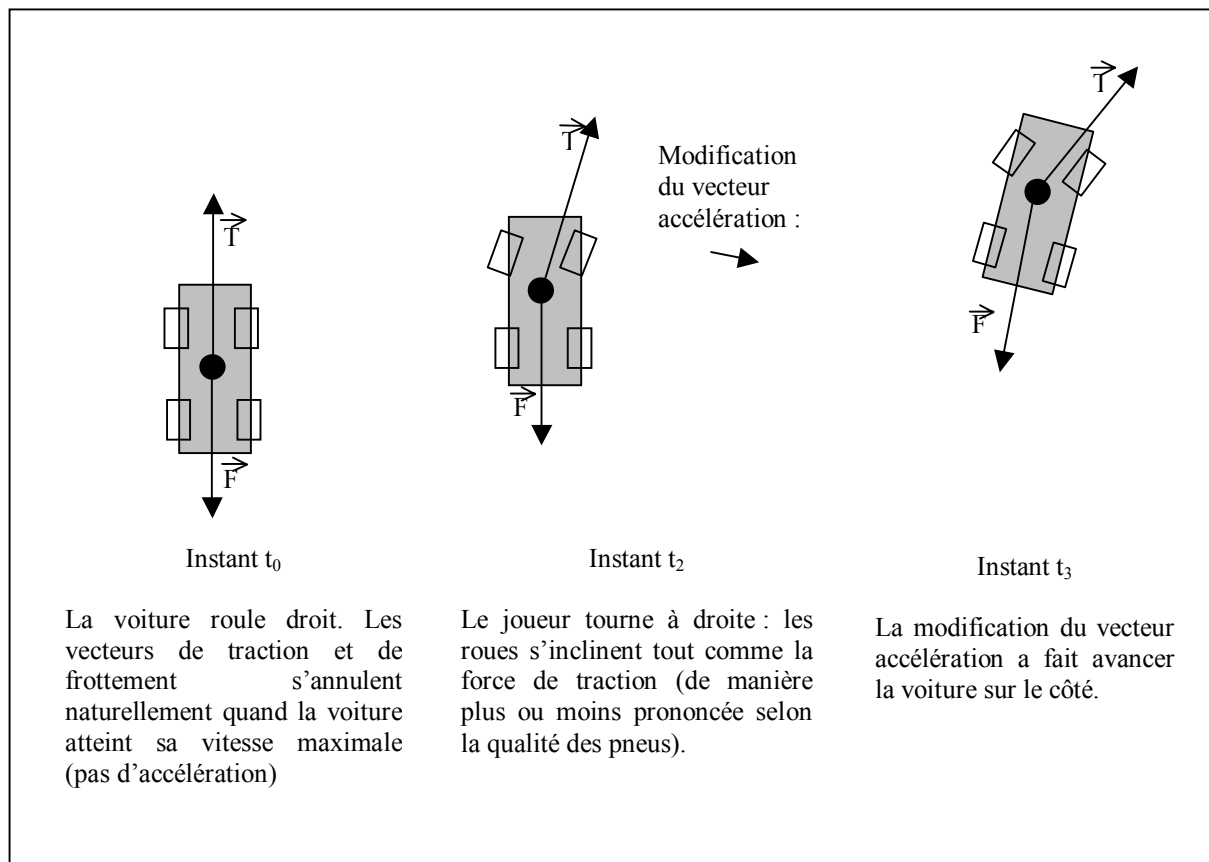
Accélération = coeff. * (Force de frottement + Force de traction)

Force de traction = constante. En effet, nous simplifions en considérant que le moteur tourne toujours à sa vitesse maximale, donc sa force ne dépend pas de la vitesse. La force de traction est nulle quand le joueur n'appuie pas sur la touche avancer, et négative quand il freine ou recule.

Force de frottement = coefficient * vitesse : nous prenons en compte uniquement le frottement visqueux.

Pour modéliser la différence entre des pneus très adhérents et des pneus peu adhérents, nous modifions l'angle de traction. Ainsi, si une voiture tourne subitement à droite avec des pneus lisses, la force de traction ne sera pas très orientée vers la droite, contrairement aux voitures possédant des pneus très adhérents.

Ceci peut être représenté par le schéma suivant :



Nous conseillons à quiconque souhaiterait réaliser un jeu de course de voiture d'utiliser cette méthode, qui est à la fois simple à mettre en œuvre, paramétrable et qui assure de très bons résultats en terme de jouabilité (dérapages intuitifs et agréables).

d) Intelligence Artificielle

De nombreux choix s'offraient à nous pour la réalisation de l'intelligence artificielle, particulièrement au niveau du suivi du tracé de la piste. La solution que nous avons retenue pour ce dernier aspect avait été développée pour le prototype, et nous ne l'avons pas modifiée depuis.

Une première solution possible aurait été d'assigner une courbe du tracé de la piste à l'IA. Cette courbe peut être réalisée en donnant une liste de points situés au milieu de la route. Mais cette technique n'est pas facile à implémenter, étant donné qu'il faut soit rentrer les

coordonnées de tous les points à la main, soit réaliser une interface graphique pour le faire intuitivement.

Nous avons donc opté pour une autre méthode : diviser le circuit en une série de blocs de forme prédéfinie : « droit », « tournant vers la gauche », et « tournant vers la droite » ; ceci dans les 4 directions. Quand on crée la piste, on écrit en parallèle la liste des blocs composant le tracé (de 30 à 60 en général). Ainsi, l'IA peut recalculer à partir de ces données la forme de l'ensemble du tracé.

Le système adopté par l'IA pour décider de sa trajectoire est de d'abord relever le bloc sur lequel elle se trouve, puis de situer le point du bloc suivant (donc devant la voiture), et de diriger sa voiture vers ce point. Ainsi, la voiture va « couper » dans les trajectoires, puisqu'elle tente d'atteindre non pas un point juste devant elle, mais assez loin (et un paramètre « d'agressivité » permet d'ajuster cette distance).

Les autres éléments de l'IA sont classiques et ne nécessitent pas d'explications importantes. Pour réagir faces aux mines, aux items ou aux adversaires, l'IA calcule la position de ceux-ci par rapport à elle (dans son référentiel) et décide ensuite des actions à mener (appui sur une touche de tir, ou de virage).

Mis à part les tirs d'armes qui ne nécessitent pas de changement de direction pour la voiture, les différentes actions de l'IA ont une priorité, pour par exemple que l'évitement des mines soit plus important que la récupération d'un item. L'ordre des priorités est le suivant :

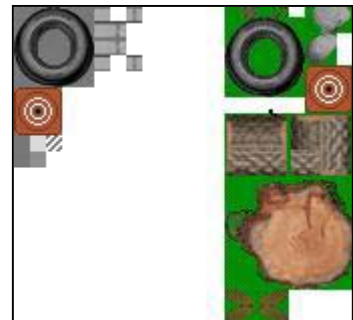
- 1 : évitement des mines
- 2 : récupération des items
- 3 : suivi du tracé de la route

e) Développement des circuits

Nous avons développé les circuits grâce à l'éditeur de background intégré à HAM. Les circuits sont en fait des images de 512*512 pixels, divisés en petits blocs de 8*8 pixels (chaque bloc est appelé tile). Ainsi, les maps sont composées de 64*64 tiles.

Tous les tiles identiques ne sont stockés qu'une fois dans la mémoire. Comme la mémoire ne permet de stocker que 128 tiles différents, il faut faire attention à n'utiliser que très peu de tiles différents.

Ainsi, pour les deux univers, nous avons créé deux « palettes de tiles » (voir l'image de droite) contenant les tiles utilisés sur la piste, et nous les avons ensuite répartis sur toute l'image pour former le circuit.



f) Développement des graphismes

Cette phase nous a posé beaucoup de difficultés, principalement parce que nous n'avions pas de formation ou ni de talent spécial pour le graphisme. Cette limitation avait été bien sûr prévue dès le départ du projet, c'est pourquoi nous nous sommes beaucoup plus intéressé au gameplay et aux fonctionnalités qu'à la beauté du jeu.

Ainsi, nous nous sommes résolus à laisser des écrans de menu assez pauvres, et des circuits et des voitures pas toujours très esthétiques.

L'image ci-dessous représente l'ensemble des voitures réalisées pour le jeu. En réalité, seuls 7 modèles différents ont été réalisés, puis des filtres couleurs de Photoshop ont permis d'en créer des exemplaires de couleurs différentes.



4. Phase de test (2 semaines)

a) Protocole des tests

Nous avons pu définir à l'issue d'une réunion avec Bruno Bachimont comment nous allions organiser nos tests. Nous devions dans un premier temps définir la population sur laquelle allait porter ces tests : nous avons alors identifié les trois types de testeurs (non joueurs, joueurs occasionnels et joueurs assidus). Nous avons ensuite élaboré un protocole des tests, par rapport aux besoins identifiés d'évaluations scénaristique, graphique, technique et ludique.

Les tests en eux-mêmes ont été très enrichissants pour notre jeu. En effet, nous suivions les comportements des testeurs pendant qu'ils jouaient et relevions toutes leurs remarques concernant le jeu. Ceci a été très profitable, car nous avons alors pu identifié des problèmes que nous n'aurions pas remarqués autrement. D'autre part, nous avons été très satisfait de voir que notre jeu plaisait au public, et un bon nombre de remarques relevées étaient plutôt positives.

b) Développement de la Beta3

Grâce aux remarques et observations des testeurs, nous avons pu établir une liste de modifications souhaitables pour le jeu. Il nous a alors fallu choisir lesquelles étaient les plus importantes, et surtout faisables pendant le temps qu'il nous restait. Nous avons ainsi dû exclure l'ajout de son, les possibilités de jeu en multijoueurs, les améliorations graphiques, la cinématique d'introduction, l'enregistrement des temps au tour, ou encore la modification du système de classement.

Cependant, nous avons retenu des modifications relativement simples à effectuer, mais qui apportent chacune un petit plus au jeu. Par exemple, nous avons ajouté des feux de départ, car nous avons pu observer que les testeurs ne démarraient qu'un certain laps de temps après que l'IA soit partie. En réalité, entre le moment où la course s'affichait et celui où les voitures partaient, il n'y avait aucun signal pour préciser le départ officiel.

La modification la plus importante que nous ayons faite pour la version Beta3 est l'ajout de nouvelles voitures. En réalité, il s'agissait de voitures qui existaient déjà dans la version précédente auxquelles nous avons appliqué des filtres de couleurs. Cet ajout répondait à un besoin exprimé par les testeurs : ceux-ci avaient du mal à distinguer leur voiture parmi celles

des autres au départ et pendant une course. Cet ajout était donc important, mais nous avions l'habitude de tester le jeu, et nous ne l'avions pas remarqué.

Un autre point important a été de modifier le comportement de l'IA pour qu'elle ne ramasse pas systématiquement tous les items au fur et à mesure de la course. En effet, quand les testeurs se retrouvaient derrière une IA, ils ne pouvaient pas la dépasser (à moteurs égaux) car celle-ci prenait tous les bonus (y compris les « boost »). Nous avons donc fait cette modification relativement simple, et le jeu a gagné en intérêt.

5. Bilan du projet, préparation de la soutenance et du rapport (1 semaine)

La dernière semaine du projet a été l'occasion de terminer l'écriture de ce rapport et de préparer la soutenance finale. Nous revenons également ici sur le bilan global du projet, ce que nous avons réalisé par rapport à ce qui était prévu initialement.

a) Comparaison entre ce qui a été réalisé et ce qui était prévu

Nous avons atteint la grande majorité des objectifs fixés :

- Les modes « course simple » et « carrière » sont entièrement fonctionnels.
- Huit circuits dans deux univers ont été réalisés.
- Les voitures ont toutes les caractéristiques évolutives prévues lors de la conception du projet.
- Les trois armes ont été développées.
- Les collisions sont implémentées correctement (quoiqu'elles pourraient être légèrement améliorées) et les dérapages sont très convaincants.
- L'IA joue bien son rôle, elle ne semble pas trop mécanique et utilise tous les moyens à sa disposition pour gagner les courses
- Le système de sauvegarde est opérationnel.

Mais quelques objectifs n'ont pas été atteints :

- **Le son** : c'est le plus gros manque du produit final par rapport à ce que nous avions prévu. Nous avons été ici bloqué par la technique (cf II.3.b). Mais étant donné que le jeu est développé pour console portable, et que le son est souvent désactivé sur ces consoles, nous avons préféré nous concentrer sur les autres éléments et abandonner ce point. Pour résoudre ce problème, il faudrait que l'on fasse de nombreuses recherches sur l'utilisation du son sur GBA, et sur la création et le codage de fichiers sons pour GBA. Ceci nécessiterait un temps très important, que nous n'avons pas dans le cadre de ce projet.
- **Le mode de jeu « Contre la montre »**. C'est par manque de temps que nous ne l'avons pas implémenté. Si aucune grosse difficulté technique ne s'opposait à ce changement, il aurait tout de même nécessité un certain temps de développement, pour un intérêt très limité. En effet, selon les caractéristiques de la voiture du joueur, les temps sont très différents. Il aurait donc été difficile d'établir des classements des meilleurs temps justes.
- **Le nombre de circuits, réduit de 12 à 8**. Ce point ne nous a pas semblé très important. Nous n'avons en fait pas réalisé de circuits dans l'univers « terrain vague » plutôt par

manque d'objets graphiques simples qui jalonnaient la piste et servaient de décors infranchissables.

- **L'arme « pic »** à l'avant et sur le côté de la voiture, n'a pas été réalisée d'abord à cause d'un problème technique : le nombre d'objets « rotatifs » de HAM est limité à 15 ; nous aurions dû en utiliser 4 pour cette arme, or nous les utilisons déjà tous. D'autre part, cette modification aurait également nécessité beaucoup de temps de développement, pour un intérêt limité.

Mise à part la sonorisation, que nous avons réalisée mais qui ne marche pas à cause de problèmes techniques, tous ces points n'ont pas été développés dans la version finale par choix délibéré. En effet, étant donné le temps dont nous disposions, nous avons été obligé de procéder à ces petites suppressions pour permettre aux éléments principaux du jeu d'être implémentés et ajustés correctement.

b) Rapport et soutenance

Le rapport du projet et la soutenance ont bien sûr un rôle d'évaluation pour notre projet, ainsi qu'un rôle formateur pour préparer les exercices similaires courants dans le travail professionnel.

Mais ce rapport a un autre but, à long terme : il est prévu qu'il soit accessible au public, et particulièrement à ceux qui souhaiteraient réaliser un projet de jeu vidéo. C'est pour cela que nous avons inséré dans cette seconde partie du rapport de nombreux conseils et astuces directes sur la réalisation d'un jeu vidéo sur GBA. L'ensemble de cette seconde partie devrait d'ailleurs être assez utile, pour inciter les futurs développeurs à adopter une démarche similaire, découpée en trois étapes : conception, développement, et tests.

CONCLUSION

Au travers de cette réalisation multimédia, nous avons pu nous exercer aux différentes étapes constitutives d'un projet comme nous pourrions en rencontrer dans notre futur d'ingénieur. Partant d'un constat de manque de jeu de ce type sur la plate forme GBA, nous avons pu définir un cahier des charges sous la forme d'une proposition détaillée. Nous avons ensuite analysé l'existant avant d'étudier les moyens techniques que nous allions utiliser. Puis nous avons pu présenter un prototype à nos responsables, et après validation, nous avons développé une première version du jeu, que nous avons amélioré grâce à des séances de tests sur des utilisateurs potentiels. La présentation du résultat devant un jury constitue la dernière étape du projet.

Outre la satisfaction éprouvée à la vue du succès de notre jeu auprès des utilisateurs, ce projet nous aura apporté plusieurs enrichissements. Tout d'abord, d'un point de vue technique, nous avons pu appliquer les connaissances théoriques acquises au cours de notre enseignement à un projet de grande envergure. Nous avons également dû faire face à une contrainte de temps de développement, et avons dû faire des choix pour abandonner des fonctionnalités envisagées au départ. Enfin, le fruit de notre travail pourra être utilisé comme vitrine envers les acteurs du monde de jeu vidéo, si nous désirons orienter notre carrière dans ce domaine.

Annexes

ANNEXE A. PROPOSITION

I. Préambule

Ce jeu est conçu dans le cadre de l'UV AV02, sous la direction de Bruno Bachimont et Nicolas Esposito. Ce projet a pour objectif de permettre la mise en application des compétences acquises à l'UTC dans une réalisation concrète et originale. Il a également pour objectif de donner un aperçu et une expérience du développement de jeux vidéo, au niveau de la méthodologie et de la technique.

II. Introduction

Ce jeu est un jeu de course de voitures radiocommandées sur Game Boy Advance, orienté arcade.

III. Caractéristiques principales

1. Idée générale

Ce jeu est un jeu d'arcade, facile à prendre en main. Il est développé pour la console portable de Nintendo « Game Boy Advance » (GBA). Il se joue seul contre des concurrents gérés par l'intelligence artificielle.

Le joueur pilote une voiture radiocommandée, en vue de dessus, et fait la course contre plusieurs concurrents. Il dispose également d'une panoplie d'armes/bonus/améliorations (que nous appellerons items) afin de l'aider à gagner.

2. Public visé

Ce jeu s'adresse au grand public, ce qui représente le public principal de la GBA.

Il ne s'agit pas d'une simulation réaliste de course de voitures, ce qui poserait des contraintes de jouabilité et restreindrait de ce fait fortement le public cible. Au contraire, l'objectif est de rendre le pilotage très facile ; la variété du gameplay sera assurée par l'utilisation des items.

3. Plate-forme

Le jeu est développé pour la *Game Boy Advance*. Ce choix est motivé par différentes raisons. Tout d'abord, le public de la GBA correspond aux joueurs visés par le jeu. De plus, la forme même de la GBA ainsi que l'interface rappelle le maniement d'une télécommande de voiture téléguidée, ce qui correspond à l'univers du jeu. Enfin, cette console est assez bien adaptée aux contraintes techniques de développement (2 personnes, temps limité). En effet, la simplicité des graphismes et du développement sur GBA permettra d'obtenir des résultats corrects (comparables à la concurrence des jeux commerciaux) malgré les contraintes de ce projet.

4. Genre

Ce jeu est une course de voitures radiocommandées, orienté arcade. Les voitures disposant en outre d'armes, on peut donc associer le jeu au genre *course/action*.

5. Références (autres jeux)

Sur le plan du gameplay, le jeu ressemblera à *Death Rally*, et *MicroMachines* (course/action, vue de dessus).

L'univers est lui comparable au jeu *Re-Volt* (course de voitures radiocommandées).

On peut noter que certains éléments seront repris d'autres jeux, comme par exemple la gestion des dégâts, et la possibilité de gagner une course autrement qu'en terminant premier, c'est-à-dire en neutralisant les adversaires. Ce principe, que l'on retrouve dans *Indianapolis 500*, permet d'aborder la course selon une stratégie différente. D'autre part, la possibilité d'améliorer son véhicule en l'équipant de divers items est inspirée de *Death Rally*, mais aussi de références telles que *Need For Speed Underground*, ou encore *Maximo* dans un autre genre.

Un comparatif détaillé de la concurrence est disponible dans le document « Analyse de la concurrence ».

6. Innovation proposée

L'innovation proposée par notre jeu est le portage et l'intégration sur GBA de points forts ayant fait le succès de jeux sur d'autres plates-formes : un jeu de voitures radiocommandées en vue de dessus.

En effet, l'immense majorité des jeux de course sur GBA utilise une vue de derrière (3D) (ex : *Mario Kart*). Ces deux vues différentes correspondent à des gameplay et sensations très différentes. La vue de dessus permet au joueur de mieux gérer les trajectoires, mais aussi de voir derrière sa voiture, ce qui permet une bien plus grande interaction avec les véhicules concurrents, rendue d'autant plus utile par l'utilisation d'armes.

L'univers (course de voitures radiocommandées) est lui aussi original. Il est de plus particulièrement adapté à l'utilisation de la vue de dessus, puisque cette vue correspond la mieux au pilotage des voitures télécommandées réelles.

7. Planification du développement

Le semestre sera entrecoupé de plusieurs réunions avec Bruno Bachimont et Nicolas Esposito afin de faire le point sur l'avancement du projet :

12 octobre : étude (1/2)

- remise du document « Proposition » (présentation générale du jeu)
- remise du document « Analyse de la concurrence » (étude de l'existant)
- présentation des moyens techniques à disposition pour la création du jeu

26 octobre : étude (2/2)

- remise du document « Etude technique »
- présentation d'un prototype du jeu

16 novembre : réalisation (1/2)

30 novembre : réalisation (2/2)

14 décembre : tests

21 décembre : soutenance

IV. Caractéristiques étendues

1. Univers de jeu

Le jeu met en scène des courses de voitures radiocommandées.

L'univers est celui d'un quartier de ville, mettant en compétition différents pilotes de voitures radiocommandées sur divers circuits construits avec des moyens limités :

- Rue du quartier (piste délimitée par des trottoirs, des plots, poubelles, etc.)
- Forêt bordant le quartier (piste délimitée par des troncs d'arbres, des souches, etc.)
- Terrain vague (piste délimitée par des pierres, des objets divers, etc.)

Les voitures radiocommandées possèdent une panoplie d'armes et de gadgets, peu réalistes, ce afin de privilégier l'amusement.

2. Scénario général

Nouveau venu dans le quartier, vous tentez de vous faire une place dans le gang local des pilotes de voitures radiocommandées...

Vous participez à une série de course qui font évoluer votre classement, et qui vous rapportent de l'argent. Vous pouvez ainsi améliorer votre voiture, ou acheter des armes et bonus

3. Éléments de jeu

- Voitures : nombreux modèles différents de voitures télécommandés
- Items :
 - Améliorations de la voiture (achetés): solidité (sous la forme de nouvelles carrosseries), puissance du moteur et adhérence des pneus.
 - Armes (achetés) : mitraillette, missiles, mines, etc
 - Bonus récupérés sur la piste : accélération, argent, kits de réparation.
- Circuits : 4 pistes différentes classées en 3 types (rue, terrain vague, forêt).
- Personnages : le joueur et une quinzaine d'opposants, habitants du quartier.

4. Modes de jeu

3 modes de jeu :

- Carrière : selon la position d'arrivée du joueur à la fin de chaque course, il gagne plus ou moins d'argent et sa position au classement général est modifiée. Il peut utiliser l'argent pour acheter différents éléments qu'il conservera de course en course. Le joueur peut ainsi améliorer sa voiture au fur et à mesure des courses. Quand il arrive premier du classement, il peut combattre le champion du quartier.
- Course simple : le joueur choisit la piste et les concurrents. Il dispose d'une somme d'argent fixe, qu'il dépense comme il le souhaite pour la course à venir.
- Contre la montre : le joueur joue seul sur la piste de son choix, afin de battre des records de temps.

5. But du jeu

Le but du jeu (en mode Carrière) est de battre le champion grâce à l'amélioration de sa voiture.

6. Règles du jeu

Pendant la course « tous les coups sont permis » ; le joueur peut gagner en détruisant les voitures concurrentes. Les courses se jouent à 4 voitures.

7. Stratégie principale

Deux stratégies pour gagner les courses : terminer premier ou neutraliser tous les autres adversaires...

8. Interface visuelle

Liste des différents écrans de jeux :

- Ecran de jeu durant la course (voir maquette graphique)
- Menu principal (voir maquette graphique)
- Menu d'achat des armes (en modes Carrière et Course simple) (voir maquette graphique)
- Menu de choix de la piste et des adversaires (en mode Course Simple)
- Ecran d'affichage du classement (en mode carrière)
- Ecran d'affichage du résultat avec les meilleurs temps (en mode contre la montre)
- Ecran des options (réglage du volume du son et de la musique, accès à l'écran des crédits)
- Ecran des crédits.
- Ecran de choix de partie (créer une nouvelle partie ou charger une partie sauvegardée)
- Ecran de création de partie (pour définir le nom du joueur)

9. Interactions (manette de jeu)

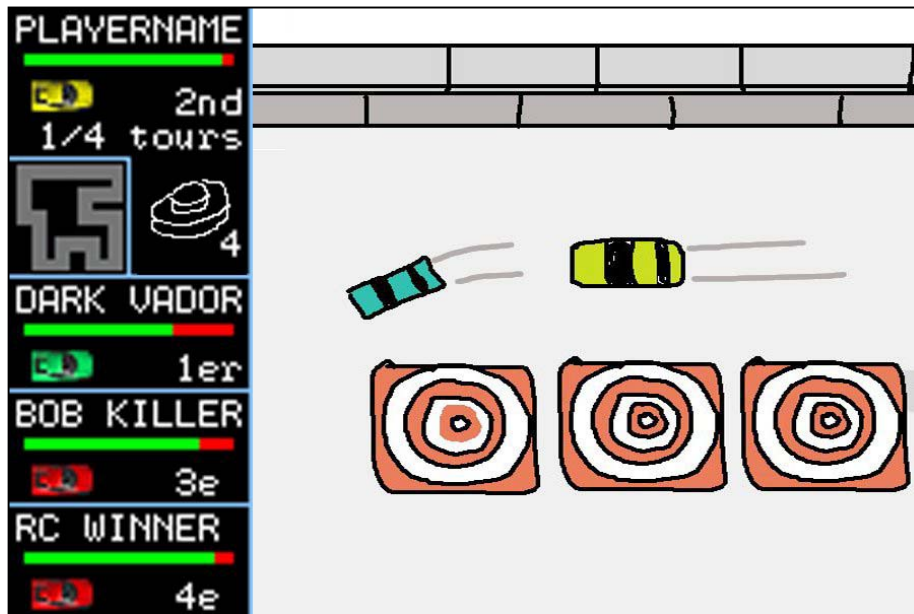
Les différents boutons suivants de la GBA sont utilisés :

- Gauche : tourner à gauche
- Droite : tourner à droite
- Bouton A : accélérer
- Bouton B : freiner/reculer
- Bouton L : changer d'arme
- Bouton R : utiliser l'arme sélectionnée
- Bouton Start: pause/menu

Cette utilisation des touches correspond à ce qui est adopté par la majorité des jeux GBA.

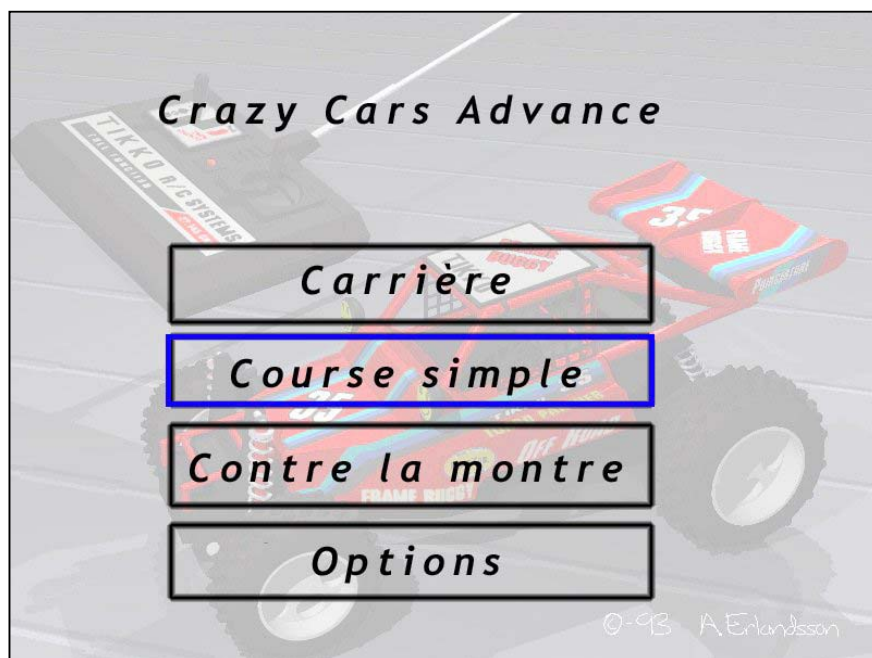
V. Maquette graphique (trois étapes ou plus)

1. Pendant la course



Cet écran est l'écran principal, visible durant toute la course. Le nombre de tours effectués ainsi qu'une icône indiquant l'arme sélectionnée apparaît en haut à gauche de l'écran.

2. Menu principal



Cet écran est le menu principal du jeu. Il permet de lancer les différents modes de jeu, ou d'accéder à l'écran des options.

3. Menu

d'achats

Somme disponible : 1500€

	Actuel	Suivant	Prix
Armure	légère	→ moyenne	1300€
Moteur	moyen	→ puissant	1200€
Pneus	lisses	→ super-adhérents	800€
Armes	mitrailleuse	→ mines	2000€

Q-93 A. Erlandsson

Cet écran apparaît avant une course, en mode Carrière et en mode Course Simple. Une icône représente tous les items présents actuellement sur la voiture ainsi que les items d'un niveau plus évolué qui peuvent être achetés (ici remplacés par du texte). A droite, le prix d'achat de cette amélioration est indiqué.

ANNEXE B. CONCURRENCE

I. Avant-propos

Dans l'optique de développement de notre jeu, nous avons étudié la concurrence en nous penchant plus spécifiquement sur les jeux de course de voiture répondant au moins à l'un des critères suivants :

- vue de dessus
- sur console Game Boy Advance
- avec le même univers que notre jeu.

II. Analyse

Nous avons étudié les jeux suivants : Super Off Road, Death Rally, Re-Volt, Mario Kart Super Circuit, MicroMachines, Racing Gears Advance. Ils peuvent être regroupés dans les catégories suivantes :

Même genre (course de voitures avec vue de dessus) :

- Super Off Road
- Death Rally
- Racing Gears Advance
- MicroMachines

Même plate-forme :

- Mario Kart Super Circuit
- Racing Gears Advance
- MicroMachines

Même technologie (vue de dessus 2D avec scrolling):

- MicroMachines

Même univers :

- Re-Volt

Même mode de jeu (mode championnat avec gestion des sommes gagnées pour amélioration de la voiture):

- Death Rally
- Racing Gear Advance
- MicroMachines

Voici le détail de notre analyse pour chaque jeu testé :

Super Off Road Plate-Forme : Super Nes Développeur : Software Creations Editeur : Tradewest Date de sortie : 1992	
Les points forts : • Bonne jouabilité • Utilisation de bonus ramassés pendant la course • Possibilité d'amélioration du véhicule	Les points faibles : • Manque d'originalité dans les circuits • Jeu répétitif
Originalités de notre jeu par rapport à Super Off Road: • Portage sur la plate-forme GBA • Plus grande variété de bonus • Plus grande variété de circuits • Univers des voitures radiocommandées	

Death Rally Plate-Forme : PC Développeur : Remedy Entertainment Editeur : Apogee Software, Ltd. Date de sortie : 1996	
Les points forts : • Excellente jouabilité • Possibilité d'amélioration des véhicules • Utilisation d'armes achetées avant la course	Les points faibles : • Nombre d'armes limité

• Gestion des dégâts • 3 niveaux de difficulté, correspondant aux types de voitures	
Originalités de notre jeu par rapport à Death Rally : • Portage sur la plate-forme GBA • Univers moins violent (possibilité d'écraser les spectateurs dans Death Rally...) • Plus grande variété d'armes	

Re-Volt Plate-Forme : PC Développeur : Acclaim Entertainment Editeur : Acclaim Entertainment Date de sortie : 1999	
Les points forts : • Excellente jouabilité • Environnements divers et riches en détails • Grand choix de voitures (28) • Utilisation de bonus ramassés pendant la course • Editeur de circuits	Les points faibles : • Grande difficulté du jeu • Interface lourde avant les courses
Originalités de notre jeu par rapport à Re-Volt : • Portage sur la plate-forme GBA • Vue de dessus • Gestion des dégâts : possibilité de mettre les adversaires définitivement hors course • Gestion des sommes gagnées pour l'amélioration du véhicule	

Mario Kart Super Circuit Plate-Forme : GBA Développeur : Intelligent Systems Editeur : Nintendo Date de sortie : 2001	
Les points forts : • Excellente jouabilité • Graphismes colorés • Utilisation de bonus ramassés pendant la course • Grand nombre de circuits • Univers Nintendo • Mode Battle (combat sans course)	Les points faibles : • Pas de points faibles notables
Originalités de notre jeu par rapport à Mario Kart Super Circuit : • Vue de dessus • Gestion des dégâts : possibilité de mettre les adversaires définitivement hors course • Gestion des sommes gagnées pour l'amélioration du véhicule • Univers des voitures radiocommandées	

MicroMachines Plate-Forme : GBA Développeur : Sheffield House Editeur : Atari (Infogrames) Date de sortie : 2003	
Les points forts : • Jouabilité adaptée au type de véhicule • Environnements originaux • Utilisation de bonus ramassés pendant la course • Grand nombre de véhicules (une	Les points faibles : • Nécessité de connaître les circuits pour ne pas sortir de piste

quarantaine)	
• Possibilité d'améliorer son véhicule	
Originalités de notre jeu par rapport à MicroMachines : • Gestion des dégâts : possibilité de mettre les adversaires définitivement hors course • Gestion des sommes gagnées pour l'amélioration du véhicule • Univers des voitures radiocommandées	

Racing Gears Advance Plate-Forme : GBA Développeur : Orbital Media Editeur : Sniper Date de sortie : 2005	
Les points forts : • Excellente jouabilité • Utilisation de bonus achetés • Possibilité d'évolution de la voiture • Gestion des dégâts	Les points faibles : • Musique et sons
Originalités de notre jeu par rapport à Racing Gears Advance : • Plus grand nombre d'armes • Univers des voitures radiocommandées	

III. Conclusion

Si l'on regarde de plus près les jeux de course sur GBA, on s'aperçoit que la grande majorité présente la même caractéristique de jeu que Mario Kart Super Circuit (seul jeu de course dans le top 10 des ventes mondiales GBA), à savoir la vue de derrière avec l'utilisation de pseudo-3D pour créer l'environnement de course et les véhicules. On peut ainsi citer Digimon Racing, Crash Nitro Kart ou Shrek Swamp Kart Speedway, qui ne sont que des adaptations de Mario Kart Super Circuit plus ou moins réussies, et dont la principale originalité était la licence des titres. Avec la même caractéristique de jeu, mais plus porté vers la simulation de rally, on trouve des titres comme Sega Rally Championship, Colin McRae Rally 2.0, la série des GT Advance, ou encore la référence dans le genre : V-Rally 3. On trouve également des jeux à mi-chemin entre la simulation et l'arcade, comme le célèbre F-Zero – Maximum Velocity.

Les jeux de course en vue de dessus sont donc plus rares sur GBA ; en effet, à part ceux étudiés ci-dessus, nous n'en avons pas trouvé de remarquables, si ce ne sont Hot Wheels Velocity X, qui n'a cependant pas connu de franc succès. La vue de dessus est employée dans des jeux comme Grand Theft Auto ou Midnight Club Street Racing, mais qui ne sont pas vraiment du même genre que notre jeu, étant plus porté sur des missions ou des courses à travers une ville, sans circuits prédéfinis.

A la vue de l'étude de l'existant, nous considérons que les innovations principales de notre jeu par rapport à la concurrence directe se situent dans la gestion des prix gagnés en course pour l'amélioration du véhicule et pour l'investissement dans des « armes » de neutralisation des autres voitures. Nous insisterons également sur la jouabilité, qui se retrouve dans les principaux titres étudiés.

Les francs succès de Re-Volt, qui près de 6 ans après sa sortie, possède toujours une communauté active (ce que nous pensons être lié à l'univers des voitures radiocommandés), et de Death Rally en son temps, associés au fait que le marché des jeux de GBA ne compte pas beaucoup de jeux du genre de Crazy Cars Advance, nous laissent ainsi penser que notre jeu peut convenir au public visé.

ANNEXE C. ETUDE TECHNIQUE

I. Avant-propos

Cette étude a pour but de présenter les différentes possibilités techniques de développement et de justifier les choix adoptés pour ce projet.

II. Contraintes

- Contrainte de temps : trois mois pour l'ensemble du projet (octobre 05 - décembre 05)
- Contrainte de ressources humaines : deux étudiants en Génie Informatique suivant d'autres UV en parallèle, sans compétence en graphismes et sons.
- Contrainte de support GBA :
 - ressources graphiques et sonores limitées en taille mémoire
 - puissance de calcul très limitée
 - fonctions limitées (absence de nombres en virgule flottante, de fonctions mathématiques complexes, etc.)
 - résolution d'écran très faible (240*160).
 - obligation de s'adapter aux mécanismes intégrés au niveau hardware.

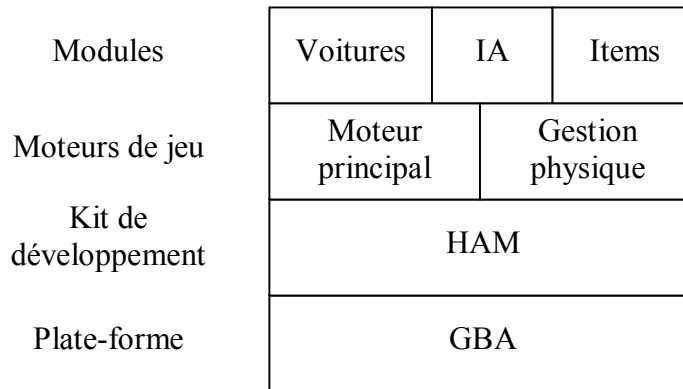
III. Code réutilisable

Nous utilisons la librairie HAM, qui nous permet de nous affranchir de la majorité des problèmes techniques liés à l'architecture de la plate-forme GBA.

Pour le reste du code, nous allons le produire en grande majorité, car étant donnée la relative simplicité de chaque élément, il serait plus long de trouver et d'adapter un code existant que de l'écrire nous-même. Nous allons par contre effectuer des recherches sur les techniques utilisées dans les jeux concernant quelques points précis : gestion des collisions, gestion des dérapages, etc.

IV. Architecture de développement

Le développement de notre projet est basé sur HAM, un kit de développement pour GBA. Nous optons pour une conception et une programmation objet, en utilisant le langage C++. Cette architecture de développement classique nous permettra de rendre le code très modulaire, lisible, extensible et fiable.



Architecture du jeu

V. Technologies

1. Images

Les images, à cause du support sur GBA, sont très petites et doivent donc être très précises. Pour les images des voitures, nous allons les récupérer sur des sites proposant des sprites libres de droit, ou bien nous transformerons et réduirons des images réelles (assez pour que l'image d'origine ne soit pas reconnaissable). Pour les images du décor, soit nous procéderons de même, soit nous les dessinerons nous-mêmes.

Liens :

<http://azz.gouranga.com> : Site référençant des centaines de sprites de voitures pour GTA

http://www.games-creators.org/wiki/Ressources#Sprites.2C_Textures

2. Animation

Le jeu ne possèdera que très peu d'animations. En effet, le circuit est fixe et les voitures ne sont que de simples images (en rotation et en mouvement). Quelques rares animations seront à réaliser, comme par exemple les explosions. La réalisation se fera soit en interne, soit à partir des sites de ressources graphiques cités précédemment.

3. Son

Nous utiliserons des bruitages et musiques, simples et libres de droits, car nous n'avons ni les compétences ni le temps nécessaire pour en réaliser nous même.

Liens :

<http://www.musique-libre.org> : musique libre

<http://freesound.iaa.upf.edu> : sons sous licence Creative Commons

<http://creativecommons.org/audio> : musiques et sons sous licence Creative Commons

4. Moteur physique

Le moteur physique des jeux de voiture peut se décomposer en deux parties :

- **Gestion des collisions.** A cause de la limitation de puissance de la GBA, la gestion des collisions sera simplifiée. Ces dernières peuvent être de deux types :
 - **Voiture - décor** : les voitures ayant une forme rectangulaire, les coordonnées des quatre coins des voitures sont calculées, et des tests sont effectués pour savoir si ces points sont en collision avec le décor. Le décor, lui, est décomposé en carrés (*tile*) de 8*8 pixels. Chaque tile est soit infranchissable, soit franchissable (piste). Il est ainsi possible, pour une complexité très faible, de savoir si les coins de la voiture sont en collision avec le décor. Différentes actions sur le mouvement de la voiture sont alors prises en conséquence.
 - **Voiture - voiture** : on teste ici la collision entre les deux coins avants du véhicule avec les surfaces (rectangles) des autres véhicules proches. La complexité est également assez faible.
- **Physique de la conduite.** La physique de base du mouvement des voitures est simple : celles-ci possèdent des coordonnées, une vitesse, une accélération, une vitesse maximale, une orientation et une vitesse de rotation. La difficulté réside dans la modélisation des dérapages. Ceux-ci nécessiteront la recherche d'informations sur les techniques employées dans les jeux vidéo, ainsi que de nombreux tests de jouabilité.

5. Intelligence artificielle

Afin de pouvoir achever ce projet dans les délais fixés, il nous est nécessaire d'effectuer des simplifications afin de pouvoir tout de même réaliser une intelligence artificielle crédible. Ainsi, la piste est décomposée en une suite de blocs (droits, virages, etc. : 12 formes différentes). Chacun de ces blocs est standard et peut donc être facilement pris en compte dans l'Intelligence Artificielle, qui n'a pas à évoluer sur une piste « inconnue ».

Le principe de base de l'IA est qu'elle essaie toujours de viser un point, approximativement le milieu du bloc suivant (selon un paramètre réglable définissant « la prise de risque » de l'IA). Des légères modifications de trajectoire peuvent être effectuées par l'IA si une voiture adverse est près d'elle : s'aligner dessus pour tirer, de déboîter pour éviter les mines ou les tirs.

6. Jeu multijoueur

Au vu des difficultés techniques liées au jeu en réseau sur GBA et du temps qui nous est imparti, nous avons opté pour un jeu uniquement solo.

VI. Conclusion

Tous les choix techniques de ce projet ont été imposés par les contraintes de développement (temps, compétences, plate-forme) qui ne permettent pas d'alternatives techniques.

Le prototype de jeu développé parallèlement à cette étude confirme la faisabilité du projet.

ANNEXE D. TESTS

I. Introduction

Après la création d'une version bêta 2.0 de RC Car Advance, nous entreprenons de faire tester le jeu à une population d'acheteurs potentiels. Pour cela, nous définissons dans un premier temps les éléments à faire évaluer, puis nous établissons un protocole de test. Nous exposerons dans une deuxième partie les résultats obtenus lors des séances de test, avant d'exposer les modifications adoptées pour parvenir à la version bêta 3.0 de RC Car Advance.

II. Description des tests

1. Population cible

Pour les tests d'évaluation de notre jeu, nous avons choisi de sélectionner des personnes qui pourraient être des acheteurs du jeu si celui-ci avait été un projet commercial. Nous avons ainsi défini trois profils d'acheteurs :

- les personnes non joueurs ou très peu joueurs, qui pourraient être intéressées par notre jeu.
- Les joueurs occasionnels, moyens qui ont un temps de jeu moyen par semaine variant entre 1 et 3 heures.
- Les joueurs assidus, qui jouent en général plus de 3 heures par semaine.

Nous estimons que le profil de joueur occasionnel est le plus courant ; pour cette raison, nous centrerons les tests sur ce type de personne.

2. Éléments d'évaluation

Nous souhaitons que notre jeu soit évalué selon quatre critères principaux :

- évaluation scénaristique :

Dans cette partie, nous voulons déterminer si le concept du jeu plaît au joueur, s'il trouve le jeu original. La présence de « violence » dans notre jeu de part les armes présentes sur les voitures télécommandées et la possibilité de faire exploser les voitures ennemies doit également être critiquée. Nous désirons également savoir si la navigation entre les menus est satisfaisante.

- évaluation graphique

Estimant que la différence entre notre jeu et un jeu commercial se ressent principalement au niveau graphique, nous souhaitons connaître l'appréciation des testeurs sur ce point particulier. Nous voulons faire évaluer l'esthétisme du jeu, mais également son

ergonomie, notamment l'accessibilité et l'utilité des informations présentées au cours d'une course.

- évaluation technique

La version du jeu proposée aux testeurs est supposée être sans bugs : nous avons en effet personnellement testé le jeu à la recherche de failles. Cependant, notre manière de jouer aurait pu être influencée par notre connaissance du code du jeu. Nous souhaitons donc dans cette partie technique de l'évaluation trouver d'éventuels bugs restants, et faire analyser les performances techniques du support, à savoir la console Game Boy Advance.

- évaluation ludique

Nous aimerions enfin savoir si le jeu est agréable à jouer, connaître l'avis des testeurs sur la difficulté du jeu. Nous souhaitons également savoir si le pilotage est agréable, si les phases de combat sont divertissantes et si les circuits proposés plaisent aux testeurs.

3. Protocole du test

Pour chaque test, nous procédons à chacune des phases suivantes :

- Explication du scénario de jeu au testeur.
- Détail de l'utilisation des touches au testeur, à l'aide de l'écran d'aide présent dans le jeu.
- Familiarisation au maniement du véhicule : à travers un ou deux circuits en mode Course simple, le testeur se familiarise avec le comportement du véhicule.
- Test d'un ou deux circuits, pour juger leur intérêt.
- Test du mode carrière.
- Réponses au questionnaire de test (cf. ANNEXE).

Tout au long du test, nous restons sensibles à toutes les remarques du testeur, et nous l'invitons à faire partager ses impressions.

III. Résultats des tests

Nous présentons ici le bilan général des tests effectués sur 8 personnes (2 non joueurs, 5 joueurs occasionnels et 1 joueur assidu).

1. Evaluation scénaristique

Les testeurs ont trouvé le concept du jeu original pour la moitié d'entre eux. L'autre moitié avait en effet déjà fait l'expérience de ce genre de jeu, notamment avec le jeu Micro Machines, qui a été cité à trois reprises.

L'enchaînement des menus a été unanimement apprécié ; on a seulement reproché l'impossibilité de revenir au mode Carrière lorsque l'on se trouve dans l'écran de sélection du mode Course Simple. Une autre remarque a porté sur le choix de la difficulté de la course en mode Carrière qui se faisait avant les éventuels achats d'amélioration du véhicule. Enfin, on a quelquefois proposé de faire défiler les options avec les touches Droite et Gauche plutôt qu'avec le bouton A. Mises à part ces remarques, l'interface de navigation a été qualifiée de simple et d'efficace.

L'ambiance du jeu est bonne, fun selon les testeurs. La présence de violence n'a été critiquée que par les deux testeurs non joueurs, les autres considérant que les armes apportaient un plus au jeu. Quelques joueurs auraient même souhaité avoir plus d'armes.

La note moyenne apportée à cette partie du jeu est d'environ 7/10.

2. Evaluation graphique

L'évaluation des graphismes du jeu s'est portée à deux niveaux, dans la mesure où les testeurs nous ont souvent demandé s'ils devaient considérer le jeu comme un jeu commercial ou comme un projet.

Les graphismes ont souvent été qualifiés de simples, les objets n'étant pas tout le temps reconnus, comme par exemple les plots dans les circuits de rue. D'autre part, le choix des couleurs a souvent été cité, avec notamment le fait que plusieurs voitures se ressemblaient et que l'on pouvait ne pas se reconnaître au milieu des adversaires. De plus, la couleur des pistes de l'environnement sylvestre était jugée trop sombre, car il était quelquefois difficile de distinguer la carcasse des voitures endommagées sur cette couleur.

La représentation des items a souvent été appréciée, mise à part l'icône des munitions de mitraillettes quelquefois qualifiée de non explicite.

Concernant les informations présentes pendant la course sur les différents participants, elles ont été appréciées après un certain temps de jeu : en effet, au départ les joueurs se concentraient sur leur trajectoire et ne se préoccupaient pas de ces informations ; mais après une période d'adaptation, ils pouvaient facilement acquérir l'information voulue en un regard. Quelques testeurs auraient voulu que la position des informations sur les concurrents évolue en fonction de leur classement pendant la course. Enfin, la mini-carte était quelquefois jugée inutile car plusieurs véhicules étaient représentés de la même couleur.

La note moyenne apportée à cette partie du jeu est d'environ 6/10.

3. Evaluation technique

Le principal défaut technique que trois quarts des testeurs nous ont fait remarquer est le manque de sons dans le jeu. Bien que nous pensions que le son ne soit pas si important sur une console portable, il s'avère que ces joueurs l'ont réclamé et ont déclaré qu'il s'agissait d'un manque important.

Quelques bugs ont été identifiés au cours des tests, notamment du point de vue du comportement des véhicules dirigés par l'intelligence artificielle du jeu, avec une voiture qui tournait en rond. On a également constaté qu'il fallait relâcher le bouton qui permettait d'accélérer pour que la pression du bouton Start mette le jeu en pause. Dans l'ensemble le jeu a été jugé assez rapide en termes de temps de chargement et d'exécution.

Les testeurs nous ont fait remarqué que les impacts des tirs de mitraillette étaient bien faits, mises à part quelques apparitions aléatoires d'impacts dans le décor. Nous avons également assisté à deux reprises à un "plantage" du jeu, où l'écran s'est figé et les commandes ne répondaient plus.

La note moyenne apportée à cette partie du jeu est d'environ 8/10.

4. Evaluation ludique

Nous sommes satisfaits de l'évaluation obtenue dans cette partie à l'issue des tests, car tous les joueurs ont aimé jouer à notre jeu, certains étant même réticents à redonner la console à la fin du test.

Dans l'ensemble la difficulté du jeu semble être bien adaptée, même si le comportement de l'ordinateur consistant à prendre tous les bonus se trouvant sur son chemin se révèle frustrant pour le joueur qui le suit. De ce fait, l'ordinateur prend les accélérations, et le joueur se retrouve souvent seul pour le reste de la course. Quelques testeurs nous ont également signalé qu'on améliorerait trop rapidement son véhicule à l'aide des sommes gagnées.

On nous a également signalé que les bonus de vie réparaient trop de dégâts, et l'utilisation d'armes se révélait donc inefficace dans certains cas.

Au niveau du pilotage et de l'utilisation des armes, nous avons pu noter que les joueurs prenaient le jeu en main assez rapidement, au terme d'une ou deux courses. Le pilotage et le combat ont généralement été appréciés. On nous a proposé d'inverser le rôle des gâchettes pour la sélection des armes et leur utilisation.

En ce qui concerne le déroulement des courses, le départ a été critiqué dans la mesure où quelques testeurs ne savaient pas qui ils étaient sur la grille de départ, et n'étaient pas avertis du départ de la course. De plus, les joueurs étaient quelquefois étonnés d'avoir fini la course, car ils ne s'étaient pas rendus compte qu'il s'agissait de leur dernier tour.

Enfin, les tracés de tous les circuits ont été appréciés ; le fait que certains soient « carrés » et d'autres plus larges et flous apporte un plus à la diversité des trajectoires.

La note moyenne apportée à cette partie du jeu est d'environ 8/10.

IV. Propositions d'améliorations

Outre les corrections à apporter citées précédemment, les testeurs nous ont donné des idées pour améliorer le jeu, et le rendre plus complet. En voici quelques unes :

- gérer les dégâts lors de collisions avec les autres véhicules et avec les éléments délimitant le circuit.
- commencer le mode Carrière sans armes.
- mettre en place un mode Battle, où le seul objectif serait de détruire ses adversaires.
- mettre en place un mode Time Trial, où l'on serait seul contre le chronomètre.
- mettre en place un mode Multijoueurs.
- gérer et enregistrer les meilleurs temps des circuits
- créer plus d'emplacements de sauvegarde

V. Développement d'une version bêta 3.0

Suite aux résultats obtenus lors des séances de test, nous avons pu identifier les modifications envisageables en termes de coût de développement. Nous avons alors établi une version bêta 3.0 dont voici les principales modifications :

1. Ajouts

- ajout de 20 voitures (soit un total de 27): nous avons maintenant une voiture différente pour chaque joueur contrôlé par l'ordinateur, et toutes les voitures du joueur sont rouges.
- ajout d'un message "Dernier tour" au moment approprié pendant la course.
- ajout de feux vert/rouge pour marquer le début de la course.
- ajout d'un 7ème moteur plus puissant et beaucoup plus cher.

2. Modifications mineures

- modifications mineures des tracés des circuits Foret1, Foret2, Foret4 (rétrécissement de la piste).
- amélioration de la visibilité des voitures sur la mini-carte.
- modification du graphisme des impacts de la mitrailleuse qui sont maintenant plus discrets.
- changement de la couleur du fond des circuits de forêt pour plus de visibilité.
- ajout des touches droite/gauche dans le menu de réglage des paramètres de la course.

3. Réglages

- réduction du bonus de vie qui redonne maintenant deux fois moins de vie.
- inversion des fonctions des gâchettes gauche et droite.
- diminution du taux de prise des items par les voitures contrôlées par l'intelligence artificielle. Celles-ci dévient maintenant moins de leur trajectoire.
- code de triche changé, maintenant : « AV02 ».

4. Corrections de bugs

- correction du bug qui empêchait de faire pause quand le bouton A était enfoncé.
- suppression des tirets dans le menu des améliorations quand on a terminé les améliorations du moteur et des pneus.
- correction du bug des ennemis qui se mettaient à tourner en rond.

Cette phase de tests nous a donc apporté beaucoup de renseignements sur notre jeu, et nous a permis de l'améliorer, avec quelques modifications notables du point de vue technique et ludique. De plus, nous avons pu avoir un aperçu de l'accueil réservé au jeu, qui a été unanimement favorable.

VI. ANNEXE : Questionnaire d'Après test

-Profil :

Etes vous joueur ? Quel est votre temps de jeu par semaine ?

Avez-vous déjà joué à un jeu de voitures vues de dessus ?

Si oui, quelle est votre référence, et qu'est-ce qui fait que vous avez aimé ce jeu ?

- Evaluation scénaristique :

Trouvez vous le concept de notre jeu original ?

Comment trouvez vous l'enchaînement des menus ? (Mode carrière)

Comment trouvez vous l'ambiance du jeu (violence) ?

Pensez vous que les armes apportent un plus au jeu?

Notez cette partie sur 10.

- Evaluation graphique :

Comment trouvez vous les décors d'un point de vue graphique ?

Comment trouvez vous les voitures, les armes, les items ?

Trouvez vous que les informations proposées pendant une course (position des joueurs, état de la voiture, nombre de tours, ...) sont bien visibles/accessibles ?

Notez cette partie sur 10.

- Evaluation technique :

Avez-vous remarqué des bugs dans le jeu ?

Trouvez vous que le jeu soit assez rapide au niveau des chargements ?

Trouvez vous qu'il y ait des ralentissements pendant le jeu ?

Notez cette partie sur 10.

- Evaluation ludique :

Avez-vous aimé jouer à ce jeu ?

Trouvez vous que ce jeu soit trop facile, trop difficile ou bien adapté ?

Est-ce que le pilotage est agréable ?

Est-ce que le combat est agréable ?

Notez cette partie sur 10.